



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ROSÁLIA MARIA COSTA SOARES

EFEITO DA GOMA ARÁBICA COMO REVESTIMENTO PARA PROLONGAMENTO  
DA VIDA PÓS-COLHEITA DO CAJÁ (*Spondias mombin* L.)

JOÃO PESSOA – PB

2016

ROSÁLIA MARIA COSTA SOARES

EFEITO DA GOMA ARÁBICA COMO REVESTIMENTO PARA PROLONGAMENTO  
DA VIDA PÓS-COLHEITA DO CAJÁ (*Spondias mombin* L.)

Trabalho de conclusão de curso desenvolvido e apresentado no âmbito do Curso de Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Graciele da Silva  
Campelo Borges

JOÃO PESSOA – PB

2016

S676e Soares, Rosália Maria Costa.

Efeito da goma arábica como revestimento para prolongamento da vida pós-colheita do cajá (*Spondias mombin* L.). [recurso eletrônico] / Rosália Maria Costa Soares. -- 2016.

40 p. : il. color. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Dra. Graciele da Silva Campelo Borges.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia de Alimentos) – CTDR/UFPB.

1. *Spondias Mombin* L. 2. Goma arábica – revestimento comestível. 3. Conservação - Cajá. I. Borges, Graciele da Silva Campelo. II. Título.

CDU: 664.8:634.442

Catálogo na Publicação (CIP)  
Biblioteca Setorial do CTDR/UFPB, PB, Brasil  
Maria José Rodrigues Paiva – CRB 15/387

ROSÁLIA MARIA COSTA SOARES

EFEITO DA GOMA ARÁBICA COMO REVESTIMENTO PARA PROLONGAMENTO  
DA VIDA PÓS COLHEITA DO CAJÁ (*Spondias mombin* L.)

Trabalho de conclusão de curso desenvolvido e  
apresentado no âmbito do Curso de Graduação  
em Tecnologia de Alimentos da Universidade  
Federal da Paraíba, como requisito para obtenção  
do título de Tecnólogo em Alimentos.

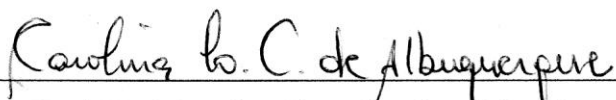
Aprovado pela Banca Examinadora em 15 / 06 / 2016

BANCA EXAMINADORA

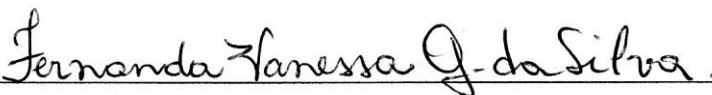
---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Graciele da Silva Campelo Borges  
Orientadora

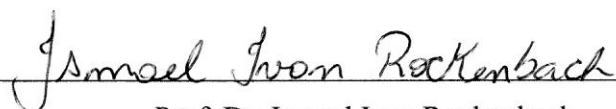
---

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque  
Presidente da Banca

---

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda Vanessa Gomes da Silva  
Examinadora

---

  
Prof. Dr. Ismael Ivan Rockenbach  
Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por tudo que tenho recebido, por toda sua fidelidade, me iluminando mesmo quando eu não conseguia enxergar um caminho a minha frente.

Aos meus pais, pelo amor e por mais uma vez me apoiarem, embora muitas vezes querendo que eu volte para casa, permitindo que este sonho se tornasse realidade.

A minha orientadora professora Graciele por ter aceitado ser minha orientadora e pela paciência durante todo esse período, sempre atenciosa e me acalmando nas minhas agonias.

Ao professor Ismael, pela ajuda em um dos momentos mais delicados, com suas palavras de força.

A todos os professores que contribuíram de forma direta na minha formação, Carolina, Vanessa, Alice, João Paulo, Haíssa.

Aos amigos de turma que mesmo durante as atribulações continuamos firmes e fortes, em especial Érica, Tayssa e Renally, obrigada pelas caronas salvadoras.

Às minhas amigas Brenda, que foi um presente que Deus meu deu e tive o prazer de conviver no início do curso dividindo apartamento, e à Anete, pelo apoio e incentivo durante todo esse período, que mesmo em meio às agonias me incentivavam a não desistir, amo vocês.

Ao meu namorado Jafé, por toda paciência e mesmo durante esse período de final de semestre cedeu seu computador para finalizar esse trabalho.

Ao Rodrigo pela grande ajuda e atenção ao me explicar os experimentos e sempre atencioso.

Ao Junior, por ter dividido o laboratório comigo durante todo o período de experimento.

Aos colegas do laboratório de físico-química e processamento: Gislêania, Alinne, Bosco, Claudia, Claudinha, que compartilharam de vários momentos agradáveis e por vezes angustiantes dentro dos laboratórios, obrigada pela amizade e pelas caronas. Enfim, a todos que, de alguma forma, colaboraram na execução deste trabalho.

*“Tenho uma premonição que voa com  
asas de prata. É um sonho sobre as coisas  
que você realizará. E serão coisas  
assombrosas. Não sei sob qual céu ou  
qual será o lugar em que enfrentará seu  
destino. Só sei que você subirá muito alto.  
Só sei que será maravilhoso...”*

*(Autor Desconhecido)*

SOARES, R. M. C. **Efeito da goma arábica como revestimento para prolongamento da vida pós-colheita do cajá (*Spondias mombin* L.)**. 2016. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. p.40.

## RESUMO

O cajá está entre o rol de frutíferas promissoras que, apesar de apresentarem perspectivas de aproveitamento econômico, têm sido exploradas na maioria das vezes de forma extrativista, devido à falta de informações que justifiquem sua exploração comercial, tendo um grande potencial de comercialização para consumo como fruta fresca e processamento de polpa devido ao seu sabor exótico, excelente qualidade nutricional e valor comercial. Devido à sua alta perecibilidade, não permite que algumas regiões tenham a opção do consumo *in natura*, havendo a necessidade de tecnologias que ajudem no prolongamento da vida pós-colheita do fruto. O presente trabalho objetivou avaliar o comportamento pós-colheita dos frutos de cajá revestidos com goma arábica e armazenados em condições de comercialização. O experimento foi realizado utilizando-se 6 lotes de frutos e 2 tratamentos: controle (C) sem revestimentos, e revestidos com goma arábica 10% (R). Foram realizadas análises para determinar as características morfológicas do fruto, parâmetros físico-químicos e compostos bioativos. A perda de massa e da firmeza foi superior no tratamento R ao longo dos dias de armazenamento, a coloração para ângulo Hue, apresentou diferença significativa no 5º e 16º dia, para o croma mostrou-se uma intensificação na tonalidade com o armazenamento, variando de amarelo a alaranjada brilhante no tratamento R. Houve aumento para o teor de sólidos solúveis totais, para o pH ocorreu um aumento seguido de redução, a acidez reduziu com armazenamento, para os açúcares houve oscilação no conteúdo em ambos os tratamentos. O conteúdo de ácido ascórbico nos tratamentos C e R reduziram ao longo do armazenamento e o conteúdo de compostos fenólicos, apresentou superior no tratamento C, já para atividade antioxidante em termos de DPPH e FRAP o tratamentos R obteve maior concentração. Os resultados obtidos demonstraram eficiência da aplicação da goma arábica nos frutos de cajá no que se refere ao conteúdo de compostos fenólicos e das substâncias responsáveis pela atividade antioxidante, enquanto que para perda de massa e firmeza não foi efetivo para evitar a perda.

**Palavras-chave:** *Spondias mombin* L; goma arábica – revestimento comestível; conservação – cajá.

## ABSTRACT

The hog plum is between the promising fruitful that, despite of showing perspectives of economic good use, it has been explored mostly an extractivism way, due to the lack of information that justify its trade exploration, it has a big potential for the consume of fresh fruit and pulp processing, due to exotic flavor, excellent nutritional quality and trade value. Due to its high perishable, it is not allowed that some regions have options of consume in nature, It has the necessity of technologies that help in the extending of the life post-harvest of the fruit. This work aimed to evaluate the behavior of post-harvest of hog plum covered of gum Arabic and storage in marketing condition. The experiment was done using 6 lots of fruits and 2 treatments: Control (C) without cover, and covered with gum Arabic 10% (R). It was done analyses to determinate the morphologic characteristics, physic- chemistry and bio actives. The loss of mass and the firmness was superior in the treatment R, the long of the days of the storage, the coloration to the angle Hue, showed significative differences in the 5<sup>Th</sup> and 16<sup>Th</sup> day. To the chrome showed itself intensification in the tone with the storage, variation from the yellow to bright orange in the treatment R. There was increase to the content of the total soluble solids, to the pH occur an increase followed the reduction, the acid decrease with the storage, to the sugar occur oscillation in the content of both of the treatments. The content of ascorbic acid in the treatments C and R reduce over the treatment and the content of phenolic compound, showed superior on the treatment C, however to the antioxidant in terms of DPPH and FRAP the treatment R got major concentration. The results showed efficient of the application of gum Arabic on the hog plum in relation to the content of phenolic compound and substances responsible for the antioxidant activity, while for the loss of mass and firmness was not effective to avoid the loss.

**Key-words:** Spondias mombin L; gum Arabic – edible cover; conservation–hog plum.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Solução de goma arábica a 10% .....	19
<b>Figura 2</b> - Lote pré-processamento .....	19
<b>Figura 3</b> - Tratamento R (esquerda) e tratamento C (direita).....	20
<b>Figura 4</b> - Avaliação da firmeza em frutos de cajá em função do tempo de armazenamento.....	26
<b>Figura 5</b> – Conteúdo de ácido ascórbico (mg ác. ascórbico/100g) de cajá em função do tempo de armazenamento .....	32
<b>Figura 6</b> - Conteúdo total de fenólicos (mg GAE/100g) em cajá em função do tempo de armazenamento. ....	33
<b>Figura 7</b> – Atividade antioxidante total pelo método do sequestro do radical DPPH• (μmol Trolox/100g) em cajá em função do tempo de armazenamento.....	34
<b>Figura 8</b> – Atividade antioxidante total pelo poder redutor do ferro (μmol Trolox/100g) em cajá em função do tempo de armazenamento .....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Valores da perda de massa (%) para o fruto de cajá .....	25
<b>Tabela 2</b> – Ângulo de Hue (h*) de frutos de cajá em diferentes dias de armazenamento.....	27
<b>Tabela 3</b> – Ângulo de <i>Croma</i> (c*) de frutos de cajá em diferentes dias de armazenamento.....	27
<b>Tabela 4</b> - Valores médios do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) do fruto de cajá .....	28
<b>Tabela 5</b> - Valores médios de pH do fruto de cajá .....	29
<b>Tabela 6</b> - Valores médios de acidez (mg/100g de polpa) do fruto de cajá .....	30
<b>Tabela 7</b> – Açúcares redutores (g glicose/100g) de cajá em função do tempo de armazenamento.....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
3.1 CAJAZEIRA .....	13
3.2 O FRUTO DO CAJÁ .....	13
3.3 TECNOLOGIAS PÓS-COLHEITA DO CAJÁ: uso de revestimento.....	15
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
4.1 MATERIAL .....	18
4.2 PREPARO DO RECOBRIMENTO DOS FRUTOS .....	18
4.3 REVESTIMENTO DOS FRUTOS .....	19
4.4 ANÁLISES FÍSICAS .....	20
4.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	21
4.6 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS .....	22
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
5.1 PERDA DE MASSA .....	25
5.2 ANÁLISE DE FIRMEZA .....	26
5.3 COLORAÇÃO .....	27
5.4 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°Brix) .....	28
5.5 DETERMINAÇÃO DE pH.....	29
5.6 ACIDEZ TITULÁVEL .....	29
5.7 AÇÚCARES REDUTORES .....	30
5.8 ÁCIDO ASCÓRBICO.....	31
5.9 DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS.....	32
5.10 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE SEQUESTRO DO RADICAL DPPH•.....	33
5.11 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO PODER REDUTOR DO FERRO (FRAP).....	34
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro país na produção de frutas em todo mundo, seguido da China e Índia. Para frutas tropicais, o Brasil é considerado o maior produtor do mundo, com 47 % de sua produção utilizada no mercado de fruta fresca e 53% no processamento (IBRAF, 2014).

O Nordeste brasileiro possui um rol de frutíferas potencialmente promissoras, que apesar de apresentarem perspectivas de aproveitamento econômico, têm sido exploradas na maioria das vezes de forma extrativista, devido à falta de informações que justifiquem sua exploração comercial. É o caso do Estado da Paraíba, no Nordeste. A Zona da Mata Paraibana apresenta uma grande biodiversidade rica em frutíferas nativas e exóticas, e embora muitas delas apresentem amplas perspectivas de um aproveitamento econômico, poucas têm sido devidamente estudadas e exploradas (FEITOSA, 2007).

Os frutos de cajá têm participação crescente no agronegócio da região Nordeste, principalmente pela comercialização para consumo como fruta fresca e processamento de polpa, que apresenta grande aceitação no mercado devido a seu sabor exótico, excelente qualidade e valor comercial como matéria-prima no preparo de sucos, picolés, sorvetes, néctares e geleias (SOARES et al, 2006).

Devido à alta perecibilidade dos frutos de cajá, a utilização de embalagens ativas e o uso de recobrimento comestível podem garantir uma maior vida pós-colheita e assim facilitar a comercialização e garantir a disponibilidade do fruto *in natura* para o mercado consumidor.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento pós-colheita dos frutos de cajá (*Spondias mombin* L.) revestidos com goma arábica e armazenados em condições de comercialização.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do revestimento de goma arábica a 10% na qualidade pós-colheita dos frutos de cajá (*Spondias mombin* L) armazenados a 12°C.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as características morfológicas dos frutos de cajá;
- Avaliar os parâmetros de qualidade dos frutos de cajá durante a vida de prateleira armazenados a 12°C;
- Analisar o comportamento pós-colheita dos frutos de cajá utilizando revestimento à base de goma arábica 10%;
- Determinar a atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP e os teores de fenólicos totais dos frutos de cajá durante sua vida pós-colheita.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CAJAZEIRA

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) é uma árvore frutífera pertencente à família *Anacardiaceae*. A família *Anacardiaceae* agrupa diversas espécies frutíferas importantes, como as do gênero *Spondias* (SACRAMENTO; SOUZA, 2009). Dentro deste gênero podemos citar as mais exploradas com valor comercial como umbu (*Spondias tuberosa*), seriguela (*Spondias purpurea* L.), cajarana (*Spondias cytherea* S.), umbuguela (*Spondias* sp.), entre outras (SANTANA, 2010).

São árvores que se desenvolve bem nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, em clima quente úmido ou sub-úmido, e resistem a longos períodos de seca, seus frutos recebem diferentes denominações, tais como: cajá, cajá verdadeiro, cajá-mirim ou taperebá (SOARES et al, 2006). Na Paraíba adapta-se em melhores condições no Brejo Paraibano, onde possui as condições mais apropriadas de cultivo com a altitude oscilando de 130 a 618 m, a temperatura média do ar situa-se entre 23,0 e 24,5°C e a precipitação média é de cerca de 1.400 mm ao ano, sendo que a produção se concentra no período de março a agosto (SACRAMENTO; SOUZA, 2009).

Uma espécie em domesticação, os conhecimentos e tecnologias disponíveis na literatura sobre a cajazeira ainda são insuficientes para o seu cultivo em escala comercial. Em consequência disso, sua forma de exploração ainda é extrativista. Porém, tem participação crescente na comercialização de frutos das regiões Norte e Nordeste. Os frutos de cajá são destinados principalmente para as agroindústrias de polpa (SACRAMENTO; SOUZA, 2009).

#### 3.2 O FRUTO DO CAJÁ

Os frutos do cajá (*Spondias mombin* L.) são do tipo drupa e apresentam entre 3 a 6 cm de comprimento, formato oval, cor variando do amarelo ao alaranjado, casca lisa, polpa pouco espessa de cor também variando do amarelo ao alaranjado e sabor agridoce (SANTANA, 2010), o peso do fruto varia em média de 9,25 a 40 g (SACRAMENTO; SOUZA, 2009), apresenta em média de 3,01 a 3,13 cm de diâmetro longitudinal, 3,50 a 3,81 cm de diâmetro transversal, e em relação à quantidade de massa fresca varia de 76,03 a 79,78 g com teor de umidade de 82,8 a 83,1% (NEVES et al, 2015).

A colheita dos frutos de cajá é realizada de forma manual, o período de safra varia de acordo com o local de produção, na Paraíba ela acontece de maio a junho, de forma expressiva nos municípios que constituem a microrregião do Brejo-Paraibano (Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema, Pilões e Serraria) (SACRAMENTO; SOUZA, 2009) e a Mesorregião da Mata Paraibana onde se dispersa de forma espontânea (CAVALCANTE et al, 2009). Em outros locais como na Bahia e Ceará a produção vai de fevereiro a maio, enquanto na região Norte, no estado do Pará, a colheita acontece de agosto a dezembro.

A qualidade pós-colheita desse fruto depende dos fatores de pré-colheita como o genótipo da planta, as condições de desenvolvimento, solo, pragas e doenças, e pós-colheita, tais como o índice de maturação utilizado para a colheita, o método de colheita (manual ou mecânico), as condições de transporte e armazenamento utilizadas (temperatura, umidade, ventilação, etc) e, finalmente, as condições de manuseio do produto (MALDONATO-ASTUDILLO et al, 2014).

Estes fatores também devem ser observados no cultivo e comercialização do cajá, principalmente com a crescente demanda de produção e possíveis comercializações para outras regiões, onde o fruto ainda não é acessível devido às condições precárias de manuseio e ser perecível, visto que o cajá apresenta padrão de atividade respiratória similar a dos frutos climatéricos. Frutos colhidos com a coloração da casca amarelo predominante apresentaram, segundo Sampaio (2002), a máxima atividade respiratória aproximadamente 3 dias após a colheita.

O cajá é um fruto bastante apreciado em todo o Brasil, sendo mais consumido no Nordeste, na forma *in natura* e, nas outras regiões do País, na forma de polpa. Embora exista expectativa de desenvolvimento e expansão de seu cultivo, seus frutos são bastante perecíveis, havendo a necessidade de seu processamento para aumentar sua vida útil (MATA; DUARTE; ZANINI, 2005).

Segundo Rezende et al (2010), as características físicas e químicas dos frutos de cajá são de grande importância para sua comercialização. Os atributos da aparência como o tamanho, a consistência, a espessura, a forma e coloração, além da acidez e os sólidos solúveis são as variáveis que mais interessam tanto para sua aceitabilidade como para a indústria de processamento de frutos.

Grigio et al (2012), avaliando o ponto de colheita dos frutos de cajá, identificaram que essa deve ser realizada no estágio imaturo, com os parâmetros de pH variando de 2,60 a 2,84,

a acidez 3,5 mg/100g de polpa e o teor de sólidos solúveis apresentando em média um valor de 11 °Brix, para obter-se a melhor conservação dos atributos de qualidade do fruto.

O grau de maturação é um dos principais fatores determinantes da composição química e do valor nutricional, com papel primordial no desenvolvimento do “flavor”, principalmente nas frutas climatéricas. O aumento da concentração de açúcares, a redução da acidez e a biossíntese de compostos voláteis responsáveis pelo aroma e “flavor” característicos dos produtos ocorrem de forma gradual com o avanço da maturação, até o completo amadurecimento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Por estes motivos, faz-se necessário o emprego de tecnologias adequadas visando o aumento da qualidade, o aumento da vida útil, além de preservar seu potencial nutritivo, podendo expandir sua comercialização e torna-lo uma fonte de renda para produtores das regiões através de políticas públicas, evitando assim perdas ocasionadas pela carência dos meios adequados de manuseio, distribuição e comercialização.

### 3.3 TECNOLOGIAS PÓS-COLHEITA DO CAJÁ: uso de revestimento

A utilização de revestimentos comestíveis e a utilização de embalagens com atmosfera modificada ou controlada são algumas das tecnologias que vêm sendo empregadas para prolongar a vida pós-colheita de frutas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As coberturas, recobrimentos ou revestimentos ditos comestíveis são aplicados ou formados diretamente sobre a superfície das frutas, configurando membranas delgadas, imperceptíveis a olho nu e com diversas características estruturais, que são dependentes da formulação da solução filmogênica precursora (ASSIS; BRITTO, 2014).

A aplicação de revestimento em frutas pode ser feita de duas formas:

- por meio de imersão rápida do fruto em uma solução filmogênica (depois, o fruto é mantido em repouso até que a água evapore e a película se forme);
- por meio de aspersão, cujo processo é semelhante, porém a solução é aspergida sobre o alimento (JUNIOR et al, 2010).

Esses revestimentos não têm como objetivo substituir o uso dos materiais convencionais de embalagens ou mesmo eliminar definitivamente o emprego do frio, mas sim o de apresentar uma atuação funcional e coadjuvante, contribuindo para a preservação da textura e do valor nutricional, reduzindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho excessivo de água (TURHAN, 2010).



As matérias-primas empregadas na formação das coberturas e revestimentos comestíveis podem ter origem animal ou vegetal, ou formarem um composto com a combinação de ambas. Polissacarídeos, ceras (lipídios) e proteínas são as classes de materiais mais empregados, e a escolha depende fundamentalmente das características do produto a ser revestido e do principal objetivo almejado com o revestimento aplicado (ASSIS; BRITTO, 2014).

Como estas coberturas passam a fazer parte do alimento a ser consumido, os materiais empregados em sua formação devem ser considerados como GRAS (Geralmente Reconhecido Como Seguro), ou seja, serem atóxicos e seguros para o uso em alimentos (FDA, 2015).

No caso do uso de filmes ou coberturas comestíveis, o ambiente atmosférico desejado é atingido com a respiração do produto e as trocas gasosas com o meio externo através do revestimento, tendo a permeabilidade do material grande influência nestas trocas (SIQUEIRA, 2012).

A cobertura tem o papel de atuar como uma barreira à perda de umidade, controlar a respiração do fruto e evitar contaminações microbiológicas e químicas, embora uma das características exigidas pelo consumidor seja a apresentação visual, logo, os revestimentos comestíveis sobre alimentos devem apresentar certas peculiaridades como ser invisíveis, terem aderência suficiente para não serem facilmente removidos no manuseio e não introduzirem alterações no gosto (JORGE, 2010).

Ultimamente, com o avanço tecnológico, foram desenvolvidas embalagens compostas por materiais que não apenas protegem o alimento, como interagem com o produto e com o meio ambiente, conservando melhor as funções e a qualidade do produto. Estas embalagens atuam como uma barreira semipermeável a gases, reduzindo a respiração, a produção de etileno e a transpiração dos frutos, retardando assim o processo de senescência. Entre os materiais utilizados com este propósito, encontram-se os filmes plásticos, as coberturas e filmes comestíveis aplicados na superfície dos produtos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Estudos realizados utilizando revestimento comestível à base de fécula de mandioca em mamão “Sunrise solo” e mamão formosa, obtiveram um aumento da vida útil pós-colheita do fruto, retardando a maturação (PEGO, 2015; PEREIRA et al, 2006;). Enquanto Serpa (2014) utilizando o mesmo revestimento incorporado de extrato de cravo na composição, observou redução na incidência de fitopatógenos em frutos de manga.

Relatam estudos que a utilização de revestimentos comestíveis em frutas climatéricas é uma tecnologia importante na extensão da vida útil do fruto, como em manga *Tommy Atkins*

onde, segundo SOUZA et al (2011), o recobrimento utilizando quitosana retardou o amadurecimento durante nove dias, além de propiciar a manutenção da cor da polpa, dos teores de sólidos solúveis, de acidez titulável, de ácido ascórbico, dos valores de sólidos solúveis/acidez titulável e de firmeza. Comportamento parecido ocorreu com tomate cereja utilizando hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) reduzindo  $O_2$  (TOSATI, 2013).

### 3.3.1 Goma arábica

Um dos materiais utilizados como revestimento são as gomas alimentícias, que são obtidas a partir de uma variedade de fontes, que incluem exsudados e sementes de plantas terrestres, algas, produtos da biossíntese de microrganismos e a modificação química de polissacarídeos naturais. No grupo das gomas de exsudados de plantas terrestres encontra-se a goma arábica. A goma arábica ou acácia, como também é conhecida, é a mais antiga e a mais conhecida das gomas naturais (FOOD INGREDIENTS, 2015).

A goma arábica é o exsudado gomoso dessecado dos troncos e dos ramos da *Acacia senegal* ou de outras espécies africanas de acácia, como a *Acacia seyal*. É constituída, principalmente, por arabina, mistura complexa de sais de cálcio, magnésio e potássio do ácido arábico. Este ácido é um polissacarídeo que produz L-arabinose, D-galactose, ácido D-glucurônico e L-ramnose após hidrólise. Contém 12 a 15% de água e várias enzimas ocluídas. É composta de duas frações: a primeira de polissacarídeos, os quais apresentam pouco ou nenhum material nitrogenado (70% da composição da goma), e a segunda fração de moléculas de elevado peso molecular e proteínas integrantes da estrutura. A goma arábica dissolve-se prontamente em água (característica dos materiais hidrofílicos), gerando soluções claras que variam da coloração amarelo muito pálido para laranja dourado, e com um pH de aproximadamente 4,5 (FOOD INGREDIENTS, 2015).

A goma arábica já vem sendo estudada na aplicação como revestimento em algumas frutas para aumentar a vida útil e manter a qualidade pós-colheita. Estudo com tomates maduro-verdes demonstrou que a aplicação de goma arábica tem o potencial para ser usada como um revestimento comestível para retardar o amadurecimento e manter as propriedades antioxidantes dos tomates durante o armazenamento (ALI et al, 2013). Em mangas (ALI et al, 2016), outro estudo mostra que a utilização da goma arábica também pode ser uma técnica eficaz para a manutenção da qualidade. Em mamão e banana, associada a óleo essencial, pode ser utilizada como um biopesticida pós-colheita (MAQBOOL et al, 2011).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

Este trabalho foi realizado nas dependências do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) nos laboratórios de análises físico-químicas, processamento de alimentos e laboratório de tecnologia em produção sucroalcooleira.

Os frutos foram fornecidos por meio de doação de um produtor local da cidade de Pitimbu, localizada na Região Metropolitana de João Pessoa – PB.

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico. Os reagentes, hidróxido de sódio e metanol p.a. foram obtidos da Vetec. Os reativos *Folin-Ciocalteu*, 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), goma arábica e 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) foram obtidos da Sigma Aldrich (St. Louis, MO, E.U.A.) (Rio de Janeiro, Brasil).

### 4.2 PREPARO DO RECOBRIMENTO DOS FRUTOS

A solução de goma arábica (Figura 1) foi preparada em uma concentração de 10% (10g /100 mL), onde 10 g da goma foram dissolvidos em 100 mL de água destilada. Essa solução ficou sob aquecimento a 40°C durante 60 minutos em chapa de aquecimento (SOLAB, SL 92) com agitação constante em agitador magnético. A solução foi então filtrada sob vácuo, removendo impurezas. Após refrigerou-se a solução a 20°C em banho de gelo, e adicionou-se 1% de glicerol. Por fim, ajustou-se o pH da solução para 5,6 com solução de 1M NaOH.

**Figura 1** - Solução de goma arábica a 10%

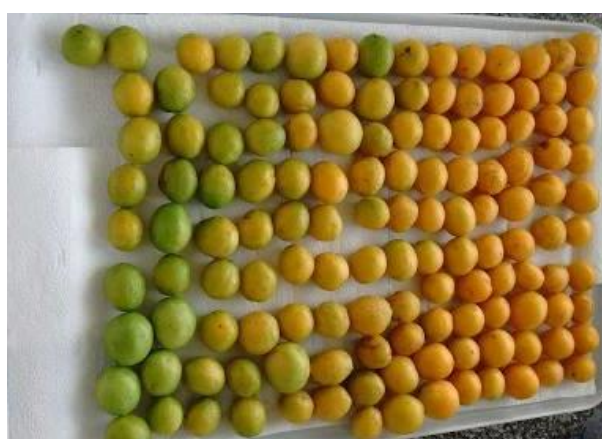


**Fonte:** Próprio autor.

#### 4.3 REVESTIMENTO DOS FRUTOS

Os frutos com estádios de maturação variados foram lavados com detergente neutro por imersão em solução de 10 mL de detergente para 3L de água no período de 5 minutos, em seguida foram imersos em solução de dióxido de cloro 100ppm por 5 minutos, para sanitização e secos com papel toalha a temperatura ambiente de 25°C. Logo após, os frutos foram divididos em 6 lotes e 2 tratamentos, controle (C) sem revestimentos, e revestidos com goma arábica 10% (R). Cada lote ficou em média com 10 frutos.

**Figura 2** - Lote pré-processamento



**Fonte:** Próprio autor.

Em seguida os frutos R, foram mergulhados em solução com recobrimento por um período de 2 a 3 minutos, já os frutos C foram mergulhados em água purificada (Figura 3).

Em seguida os frutos foram secos ao ar e levados em bandeja para BOD, em temperatura controlada de 12°C.

**Figura 3** - Tratamento R (esquerda) e tratamento C (direita).



**Fonte:** Próprio autor.

As frutas foram avaliadas a cada quatro dias, durante 16 dias para avaliação das características físicas, físico-químicos e compostos bioativos.

#### 4.4 ANÁLISES FÍSICAS

##### 4.4.1 Perda de Massa

A perda de massa foi obtida considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto de cajá e aquele obtido no final de cada tempo de armazenamento, a pesagem foi realizada em balança analítica (Bel, Mark M214A), de acordo com a fórmula:  $\text{Perda de massa} = [( \text{massa inicial} - \text{massa final} ) / ( \text{massa inicial} )] \times 100$ . Os resultados foram expressos em porcentagem de perda de massa (PIZATO et al, 2013).

##### 4.4.2 Análise de firmeza (N)

A medida de firmeza nos frutos de cajá foi determinada em texturômetro (MIDDLEBORO, MA 02346 U.S.A.). Utilizou-se ponteira cilíndrica (2 mm diâmetro e 20 mm altura) em velocidade de teste de 2 mm.s<sup>-1</sup> e profundidade de penetração de 3 mm, pós

teste os parâmetros foram fixados em velocidade de 2 mm.s<sup>-1</sup> e profundidade em 5 mm. Os resultados foram expressos em Newton (N).

#### **4.4.3 Coloração**

Para determinação de cor, foi utilizado colorímetro (ALTMANN, CQX 3725, SPEX–SAV–RETRO). As leituras dos parâmetros L (Luminosidade) [0 (preto) a 100 (branco)], a\* [cromaticidade do verde (-60) a vermelho (+60)], b\* [cromaticidade do azul (-60) para amarelo (+60)], a\* e b\* permitiram calcular o ângulo Hue, ou seja, tonalidade ou matiz e o Croma ou saturação da cor. O ângulo Hue equivale ao  $[(b^*/a^*)]$  e o Croma ao  $[(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$ , conforme Minolta (1994).

### **4.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

#### **4.5.1 Teor de sólidos solúveis totais (Brix)**

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado a partir da polpa de cajá obtida por maceração. Utilizou-se refratômetro de bancada (AIQ, RT-30ATC), sem controle automático de temperatura. Os valores foram expressos em °Brix (AOAC, 2005).

#### **4.5.2 Determinação de pH**

Para medir o pH foi utilizado 2 g de polpa, previamente triturada e adicionada de 20 mL de água destilada, medição realizada em pHmetro digital previamente calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0. A análise foi realizada segundo os métodos estabelecidos pela AOAC (2005).

#### **4.5.3 Acidez Titulável**

A acidez titulável foi determinada através da pesagem de 2 g de polpa de cajá, adicionado de 20 mL de água e 0,3 mL de indicador fenolftaleína em erlenmeyer de 125 mL. Em seguida realizou-se a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1N até que atingisse a coloração ligeiramente rosa. Os valores foram expressos em g 100 g<sup>-1</sup> de amostra (AOAC, 2005).

#### 4.5.4 Açúcares Redutores

Pesou-se 5 g de polpa de cajá em erlenmeyer e acrescentou-se 50 mL de água destilada. Determinado através de titulometria, utilizando soluções de Fehling A e B e como indicador azul de metileno, conforme Lane e Eynon (1934).

### 4.6 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

#### 4.6.1 Ácido Ascórbico

Pesou-se 5 g de polpa da fruta e acrescido de 50 mL de ácido oxálico em erlenmeyer, segundo método de Tillmans, em seguida a amostra foi titulada com solução de diclorofenol indofenol (DIF) até atingir a coloração ligeiramente rosa, anotou-se o volume gasto para o cálculo da concentração de ácido ascórbico na polpa de cajá, os resultados foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico.

#### 4.6.2 Determinação de Fenólicos Totais

A determinação do conteúdo fenólico total foi através do método espectrofotométrico de Singleton e Rossi (1965), onde uma alíquota de 100 µL de solução aquosa de extrato de cajá foram homogeneizadas com 2 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente *Folin-Ciocalteu* em balão volumétrico de 10 mL. Após 30s e antes de 8 min adicionou-se 1,5 mL de solução de carbonato de sódio 20 % m/v, o volume aferido para 10 mL com água destilada e posterior homogeneização. A solução permaneceu ao abrigo da luz por 2 h, em temperatura ambiente, realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro (EDUTECH, EEQ-9005) a 765 nm em cubeta de 10 mm. O conteúdo de fenólicos totais foi calculado por comparação a partir da curva de calibração do ácido gálico (50-500 µmol;  $y = 0,0011x + 0,0498$ ,  $r^2 = 0,9939$ ;  $y$  = concentração da solução;  $x$  = leitura da absorbância), os resultados expressos em mg EAG 100g<sup>-1</sup> de polpa de cajá.

#### 4.6.3 Atividade antioxidante pelo método de sequestro do radical DPPH•

A atividade antioxidante da amostra foi determinada pelo método do sequestro do radical livre DPPH• (2,2 – Difenil – 1 – picrildrazil) segundo Kim et al (2002). Inicialmente preparou-se a solução mãe, pesando o radical e dissolvendo em 5 mL de metanol a 80% m/v a solução foi levada a banho ultrasson por 10 min.

Em seguida retirou-se 1 mL da solução mãe e adicionou a 100 mL de metanol a 80% m/v, é realizada a leitura da absorbância a 515 nm em espectrofotômetro, a mesma deve estar entre 0,980 e 1,000 nm. Após a leitura e correção da concentração inicia-se a preparação das amostras adicionando 2,9 mL do radical e 100 µL do extrato em tubo de falcon.

O valor do percentual de inibição do radical se deu através da leitura da absorbância do radical antes de adicionado os extratos ( $A_0$ ) e após a adição ( $A_f$ ) do extrato com tempo de reação fixado em 30 minutos. A inibição do radical DPPH• em termos de percentual (% I) é calculada de acordo com a equação 1:

$$\% I = [1 - (\text{absorbância da amostra}_{t=30 \text{ min}} / \text{absorbância controle}_{t=0 \text{ min}})] \times 100 \quad (1)$$

Uma curva padrão de Trolox ( $75\text{-}1050 \mu\text{mol L}^{-1}$ ;  $y = 14,089x + 10,858$ ,  $r^2 = 0,9953$ ; onde  $y$  = concentração da solução;  $x$  = leitura da absorbância) utilizada para quantificar a atividade antioxidante dos extratos e os resultados expressos em  $\mu\text{mol L}^{-1}$  capacidade antioxidante equivalente a Trolox (TEAC)  $100\text{g}^{-1}$  de polpa de cajá.

#### 4.6.4 Atividade antioxidante pelo poder redutor do ferro (FRAP)

A avaliação da capacidade antioxidante pelo poder redutor do ferro (FRAP) foi determinada pelo método descrito por Benzie e Strain (1993), modificado por Arnoud et al (2002). Este se baseia na medida direta da habilidade dos antioxidantes (redutores) da amostra em reduzir, o complexo  $\text{Fe}^{3+} / 2,4,6\text{-tri}(2\text{-piridil})\text{-s-triazina}$  (TPTZ), para formar  $\text{Fe}^{2+}$ , de intensa cor azul e absorção máxima a 593 nm.

Os extratos de cajá, 100 µL, foram adicionados em tubos de falcon em seguida foi acrescentado 100 µL de cloreto férrico 3 mM (em ácido cítrico 5 mM). A mistura foi mantida em banho-maria (SOLAB, SL-154/10) a 37 °C por 30 minutos. Após este tempo, adicionou-se 1,8 mL de solução TPTZ (2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina) 1 mM em HCl 0,05 M. Passado 10



minutos, a absorbância foi medida em comprimento de onda de 620 nm. O valor de  $P_R$  foi calculado de acordo com a curva de calibração de Trolox (0 - 500  $\mu\text{Mol}$ ) previamente preparada, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{Mol TEAC.g}^{-1}$  (atividade antioxidante equivalente ao Trolox).

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os dados foram tratados utilizando-se a análise de variância (ANOVA) seguida de teste de *Tukey* para identificar diferenças significativas entre as médias, utilizando o *software STATISTIC* versão 7.0. Diferenças entre as médias ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ) foram consideradas significativas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PERDA DE MASSA

Houve um aumento na perda de massa em todos os tratamentos durante o período de armazenamento estudado. Observou-se que no tratamento controle (C) no final do período de avaliação perdeu em média 13,98% de massa, enquanto o tratamento com revestimento (R) perde 15,73%. A perda de massa obtida nas amostras tratadas com R foi superior ao tratamento C até o 16º dia de armazenamento (Tabela 1).

Este fenômeno de perda de massa ocorre pela transpiração do fruto, que após a colheita continua. A transpiração excessiva pode comprometer seriamente a aparência dos frutos, tornando com o passar do tempo enrugado e de coloração opaca, quando a pressão de vapor de sua umidade interna é maior que a pressão de vapor do ar ambiente ocorre também a perda de água (SILVA; FINGER; CORREA, 2008).

Siqueira (2012) relata que uma das formas de retardar esta perda é a manutenção de elevada UR no ambiente de armazenamento. Ao utilizar coberturas ou filmes, deseja-se que estes restrinjam a difusão do vapor d'água e criem uma atmosfera saturada entre a película e a superfície dos frutos, reduzindo a transpiração; entretanto, devido ao caráter hidrofílico dos recobrimentos à base de polissacarídeos e proteicos, estes geralmente não constituem barreiras ao vapor d'água.

**Tabela 1** - Valores da perda de massa (%) para o fruto de cajá

TRATAMENTO	DIAS DE ARMAZENAMENTO			
	5	9	13	16
CONTROLE (C)	1,26	4,29	9,54	13,98
REVESTIMENTO (R)	2,56	7,44	10,45	15,73

**Fonte:** Próprio autor.

Os resultados mostram que o tratamento R não foi efetivo no controle da perda de massa do cajá, isto pode ser explicado pelo caráter hidrofílico do material de cobertura utilizado neste estudo, que mesmo com auxílio do glicerol substância que melhora a propriedade de barreira do amido, não reduziu a perda de água através da transpiração. A perda de massa dos frutos durante o armazenamento é uma grande preocupação por parte dos produtores e comerciantes, pois pode desqualificar o produto para o mercado.

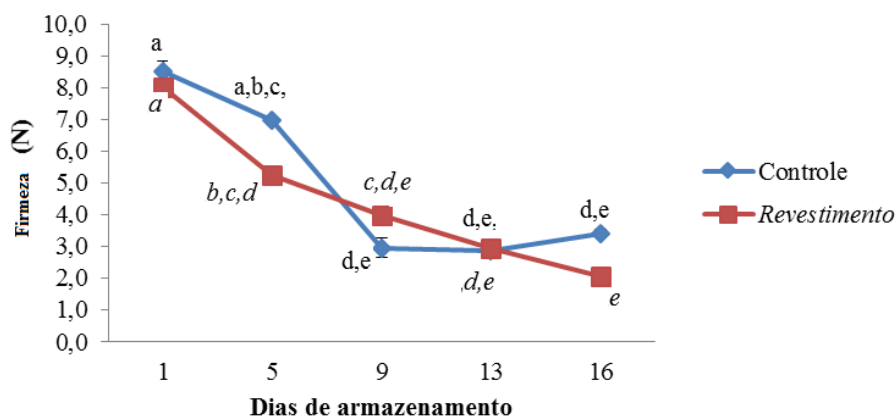
## 5.2 ANÁLISE DE FIRMEZA

Observou-se que o revestimento de goma arábica no tratamento R não foi eficaz contra a diminuição da firmeza da polpa de cajá com o tempo de armazenamento (Figura 4).

Oliveira (2014) mostra que a firmeza está associada à composição da parede celular, que é constituída de celulose, hemicelulose, pectinas, ligninas entre outros. Com o avanço do amadurecimento, estas substâncias vão se degradando, devido à coesão entre as células e, o fruto, por sua vez, perde a resistência dos tecidos.

A firmeza é um parâmetro importante na qualidade dos frutos, o qual é determinado através da textura e está diretamente associada à perda de massa, pois à medida que ocorre redução na polpa do fruto, a firmeza também irá diminuir.

**Figura 4** Avaliação da firmeza em frutos de cajá em função do tempo de armazenamento



<sup>a-e</sup> Letras diferentes apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

*a-e* refere-se ao tratamento com revestimento.

**Fonte:** Próprio autor.

### 5.3 COLORAÇÃO

O *Hue* se caracteriza pelo ângulo formado em relação ao eixo x, se iniciando no valor  $a^*$  positivo (vermelho), até atingir 360 graus. Esse ângulo indica as variações entre as cores: vermelho (0), amarelo (90), verde (180), azul (270) e também suas nuances: alaranjado, avermelhado, etc. (MINOLTA, 1994).

É possível observar uma diminuição do matriz ou tonalidade expressa em ângulo Hue tanto no tratamento R como no tratamento C, pode-se observar que há diferença significativa no 5° e 16° dia, indicando que os tratamentos R e C estão próximos da coloração amarela, (Tabela 2).

**Tabela 2** – Ângulo de Hue ( $h^*$ ) de frutos de cajá em diferentes dias de armazenamento

TRATAMENTO	DIAS DE ARMAZENAMENTO				
	1	5	9	13	16
CONTROLE	12,49±4,54 <sup>a</sup>	10,10±0,22 <sup>a,b</sup>	3,27±0,27 <sup>b,c</sup>	3,32±0,71 <sup>b,c</sup>	4,02±0,29 <sup>b,c</sup>
REVESTIMENTO	9,00±0,00 <sup>a,b,c</sup>	3,62±0,10 <sup>b,c</sup>	7,13±1,82 <sup>a,b,c</sup>	4,02±0,29 <sup>b,c</sup>	2,65±0,07 <sup>c</sup>

<sup>a-d</sup> Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

**Fonte:** Próprio autor.

O croma (coordenada C) é toda a gama de cores representativa do universo sendo que, quanto maior valor, mais vivida ou mais forte é a cor (OLIVEIRA, 2014), ao observar os frutos R apresentaram maiores valores comprado a C, os resultados mostram que R apresentou um maior valor de croma, ou seja, à medida que ocorre a maturação do fruto a cor vai intensificando, no caso do cajá um amarelo, alaranjado brilhante (Tabela 3).

**Tabela 3** – Ângulo de *Croma* ( $c^*$ ) de frutos de cajá em diferentes dias de armazenamento

TRATAMENTO	DIAS DE ARMAZENAMENTO				
	1	5	9	13	16
CONTROLE	38,16±0,09 <sup>a</sup>	40,45±0,09 <sup>a</sup>	42,32±6,41 <sup>a</sup>	40,08±4,85 <sup>a</sup>	39,3±4,06 <sup>a</sup>
REVESTIMENTO	38,98±0,00 <sup>a</sup>	42,57±1,47 <sup>a</sup>	46,08±0,62 <sup>a</sup>	46,99±0,04 <sup>a</sup>	44,05±5,94 <sup>a</sup>

<sup>a-d</sup> Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

**Fonte:** Próprio autor.

#### 5.4 SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°Brix)

O conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) aumentou em ambos os tratamentos durante os dias armazenados, mantendo-se constante para os frutos C nos dias 9 e 13 e nos frutos R nos dias 5 e 9 (Tabela 2), esse comportamento mostra que com o amadurecimento do fruto há o acúmulo de açúcares, aumento o teor de sólidos solúveis (OLIVEIRA, 2014).

**Tabela 4** - Valores médios do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) do fruto de cajá

TRATAMENTO	DIAS DE ARMAZENAMENTO				
	1	5	9	13	16
CONTROLE (C)	10	12	11	11	12,2
REVESTIMENTO (R)	-	12	12	13	14

Fonte: Próprio autor.

Oliveira (2014) relata que esse resultado pode estar relacionado às alterações ocorridas no metabolismo do fruto durante a maturação, especialmente pela regulação do processo respiratório, pois cada tipo de revestimento interfere nas trocas gasosas, consequentemente na respiração do fruto, também tendem a se concentrar com a perda de água devido a hidrólise do amido, em açúcares simples.

Valores parecidos foram observados por Neves et al (2015) ao estudar frutos de cajá, onde os valores obtidos variaram de 10,98 °Brix no início do armazenamento a 14,1 °Brix após 12 dias de armazenamento e por Cavalcante (2009) que encontrou variação de 12,6 °Brix e 14,8 °Brix, mostrando que os resultados estão compatíveis com os respectivos autores, pode-se observar que a temperatura ajudou a preservar esse parâmetro já que manteve no 16º dia 12,2 °Brix para tratamento C e 14 °Brix para tratamento R, embora R apresente maior teor de sólidos solúveis essa variação pode ter sido motivada pela interação dos açúcares do material de revestimento com os açúcares presente no fruto.

## 5.5 DETERMINAÇÃO DE pH

Com relação à variável pH (Tabela 03), pode-se observar que as amostras diferiram estatisticamente nos dias 5 e 9.

Inicialmente houve um aumento gradativo no tratamento C até o 9º dia, seguido de uma redução não significativa em 13º e 16º dia, já em R os resultados oscilaram (redução, aumento respectivamente) durante o período de armazenamento.

Estudos com cultivares de cajazeira segundo Rodrigues et al (2012) mostraram um aumento do pH com o amadurecimento dos frutos em todos os estádios de maturação de clones de cajá, variando de 2,86 a 3,17.

**Tabela 5** - Valores médios de pH do fruto de cajá

TRATAMENTO	DIAS DE ARMAZENAMENTO				
	1	5	9	13	16
CONTROLE (C)	2,62±0,04 <sup>b,c</sup>	2,73±0,03 <sup>a,b</sup>	2,80±0,10 <sup>a</sup>	2,71±0,02 <sup>a,b,c</sup>	2,65±0,00 <sup>a,b,c</sup>
REVESTIMENTO (R)	2,60±0,00 <sup>b,c</sup>	2,56±0,03 <sup>c</sup>	2,67±0,06 <sup>a,b,c</sup>	2,64±0,01 <sup>a,b,c</sup>	2,58±0,00 <sup>b,c</sup>

<sup>a-c</sup> Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

**Fonte:** Próprio autor.

## 5.6 ACIDEZ TITULÁVEL

O uso de revestimento no tratamento R influenciou a acidez titulável dos frutos de cajá durante os dias de armazenamento em temperatura de 12°C, houve um aumento da acidez com o decorrer dos dias de armazenamento, mostrando diferença significativa ( $p > 0.05$ ) no 9º dia (Tabela 5).

Embora os valores em ambos os tratamentos, tenham uma tendência para elevação do teor de acidez, segundo Chitarra e Chitarra (2005) o teor de ácidos em vegetais pode diminuir com a maturação, para a transformação em substratos para biossíntese de compostos fenólicos, lipídios e aromas vegetais. A diminuição dos ácidos orgânicos que ocorre nos frutos é consequência do adiantado amadurecimento, e em função de sua utilização como substrato respiratório e conversão destes açúcares (OLIVEIRA, 2015).

**Tabela 6** - Valores médios de acidez (mg/100g de polpa) do fruto de cajá

TRATAMENTO	DIAS DE ARMAZENAMENTO				
	1	5	9	13	16
CONTROLE	2,61±0,05 <sup>c</sup>	2,59±0,04 <sup>c</sup>	2,42±0,04 <sup>d</sup>	2,70±0,05 <sup>b</sup>	3,24±0,02 <sup>a</sup>
REVESTIMENTO	2,63±0,00 <sup>c</sup>	2,67±0,02 <sup>c</sup>	2,98±0,07 <sup>b</sup>	3,09±0,04 <sup>b</sup>	3,25±0,06 <sup>a</sup>

<sup>a-d</sup> Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

**Fonte:** Próprio autor

## 5.7 AÇÚCARES REDUTORES

Analizando o comportamento dos tratamentos para o teor de açúcares redutores (Tabela 7), pode-se observar uma diferença significativa no 1º dia em relação ao 13º dia para o tratamento C e para o tratamento R, embora exista uma oscilação no conteúdo dos açúcares redutores no decorrer dos dias de armazenamento tanto para o tratamento C como para o tratamento R e no final um aumento para ambos, mesmo assim os resultados foram superiores ao encontrado por Neves et al (2015) que variou de 6,95 a 8,76 g glicose/100<sup>-1</sup> ao avaliar frutos de cajá.

Essa elevação no final dos dias de armazenamento sugere início de senescência, quando o metabolismo das células utiliza esse substrato como fonte de esqueletos carbônicos para transformá-los em outros compostos derivados. Provavelmente a perda de água por transpiração fez com que os açúcares, principais componentes dos sólidos solúveis se concentrassem na polpa o que pode mascarar a concentração desse nutriente (OSHIRO, 2008).

**Tabela 7** – Açúcares redutores (g glicose/100g) de cajá em função do tempo de armazenamento.

TRATAMENTO	DIAS DE ARMAZENAMENTO				
	1	5	9	13	16
CONTROLE	10,35±0,31 <sup>a</sup>	9,61±0,18 <sup>a,b</sup>	9,57±0,25 <sup>a,b</sup>	6,60±0,18 <sup>d</sup>	9,67±0,49 <sup>a,b</sup>
REVESTIMENTO	10,27±0,00 <sup>a</sup>	8,72±0,23 <sup>b,c</sup>	9,30±0,2 <sup>b,c</sup>	8,49±0,22 <sup>c</sup>	9,51±0,11 <sup>a,b</sup>

<sup>a-d</sup> Letras diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

**Fonte:** Próprio autor

Sob condições ideais, a maioria das plantas, incluídos seus frutos, respira aerobicamente. A respiração aeróbica envolve a quebra de moléculas de carboidratos obtidos durante a fotossíntese. A queima lenta desses compostos ricos em energia, dos quais um dos mais simples é a glicose, constitui atividades metabólicas bem conhecidas e são usadas na formação de adenosina trifosfatado (ATP). Durante o processo respiratório normal, a planta usa o oxigênio da atmosfera como um aceptor de elétrons no processo de fosforilação e libera dióxido de carbono. Quando o fruto é colhido, há uma interrupção neste balanço gasoso, ocorrendo um alto influxo do oxigênio com proporcional perda do CO<sub>2</sub>. Nessa nova condição (alta concentração de O<sub>2</sub> com baixa de CO<sub>2</sub>), as células internas não são mais renovadas e a respiração aumenta o que provoca uma queda metabólica levando o fruto a um gradual amadurecimento. Com o corte e processamento esta condição é favorecida. Com a aplicação de revestimentos, tem-se a formação de uma cobertura com preenchimento parcial dos estômatos e lenticelas, reduzindo dessa forma a transferência de umidade (transpiração) e as trocas gasosas (respiração) (ASSIS; BRITTO; FARATO, 2009).

## 5.8 ÁCIDO ASCÓRBICO

Para ácido ascórbico (Figura 5) os frutos apresentaram comportamentos distintos quanto aos teores ao longo do período de armazenamento com diferença significativa entre os tratamentos, mostrando que o tratamento C apresentou maior concentração em relação ao tratamento R.

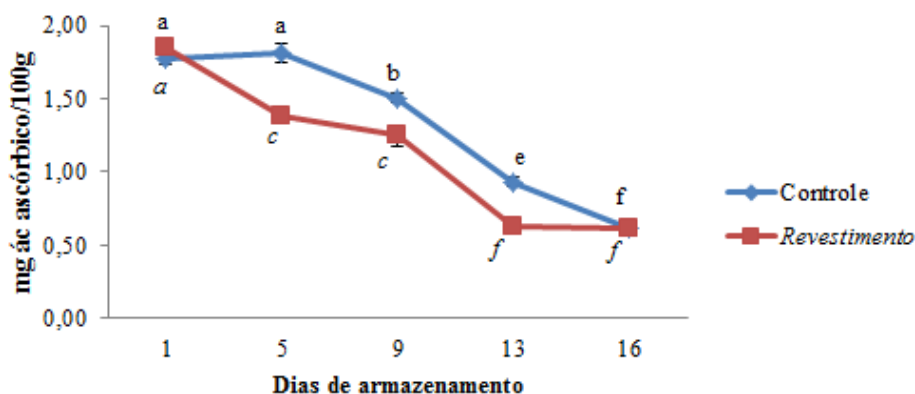
Oliveira (2014) testou revestimentos em mamão formosa e verificou que o uso de revestimento retarda mais não cessa por completo a síntese de ácido ascórbico durante a maturação, como aconteceu com o tratamento R, que embora estivesse com a tendência do



declínio durante o período de armazenamento, pode-se observar que a partir do 13º dia houve uma estabilidade no final do armazenamento para o tratamento R em relação ao tratamento C.

Teor de vitamina C em frutos de cajá, também decresceu de 31,9 a 1,2 mg/100 mL<sup>-1</sup> durante o armazenamento segundo Neves et al (2015), já Rufino (2010) identificou 26,5 mg/100g. Estudo com uso de revestimento a base de goma arábica 10% em manga mostrou uma redução ao longo do tempo de armazenamento, sendo que nos frutos com revestimento a perda foi menor que nos frutos controle (KHALIQ et al, 2016).

**Figura 5** – Conteúdo de ácido ascórbico (mg ác. ascórbico/100g) de cajá em função do tempo de armazenamento



<sup>a-f</sup> Letras diferentes apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

<sup>a-f</sup> refere-se ao tratamento revestimento.

**Fonte:** Próprio autor.

Como acontece com outros frutos tropicais, o teor deste constituinte é maior nos frutos verdes, e diminui em função do grau de maturação, como pode ser observado na Figura 6, além do grau de maturação, o teor de ácido ascórbico em vegetais pode ser influenciado por vários fatores, dentre os quais podem ser citados: espécie e cultivar do vegetal, condições climáticas e edáficas do plantio, práticas culturais do cultivo, tratamento pós-colheita, métodos de colheita, entre outros (MOREIRA et al, 2012).

## 5.9 DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS

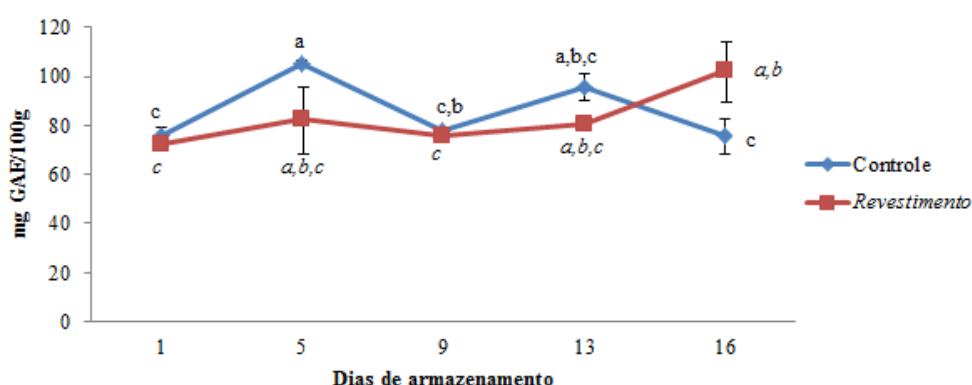
De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar um conteúdo superior de compostos fenólicos totais no tratamento C, durante o maior período de armazenamento,

comparado ao tratamento R, porém no final do período de avaliação o tratamento R mostrou-se mais efetivo, apresentando maiores concentrações de fenólicos (Figura 6).

O tratamento C apresentou maior teor do conteúdo total de fenólicos em frutos de cajá com 105,2 mg GAE/100g no 5º dia, já para o tratamento R o maior teor ocorreu com 16 dias com 102,1 mg GAE/100g, embora valores superiores foram observados por Neves et al (2015) que, estudando cajá, registraram valores de 391,7 a 592,2 mg GAE/100g

Essa característica já é esperada, pois segundo Rufino et al (2010) ao avaliar algumas frutas tropicais do Brasil, classificaram os frutos de cajá como fruto de baixo conteúdo fenólicos, apresentando uma média de 72,0 mg GAE 100g<sup>-1</sup>, valores próximos aos encontrados neste estudo.

**Figura 6** - Conteúdo total de fenólicos (mg GAE/100g) em cajá em função do tempo de armazenamento.



<sup>a-e</sup> Letras diferentes apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey

*a-e* letra em itálico refere-se ao tratamento revestimento.

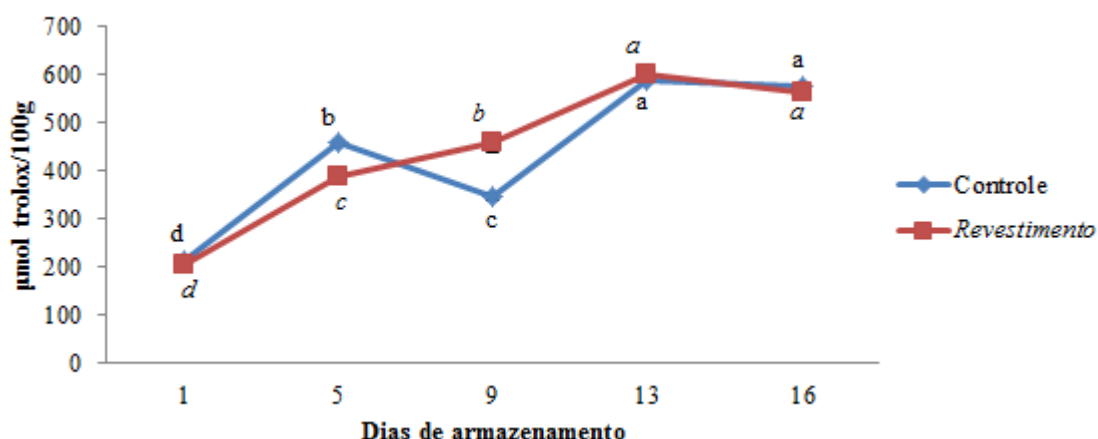
**Fonte:** Próprio autor.

## 5.10 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE SEQUESTRO DO RADICAL DPPH•

O potencial antioxidante máximo, em termos de DPPH• foi observado ao 13º dia (Figura 7) para ambos os tratamentos, mostrando que não houve diferença significativa entre tratamento C e tratamento R., embora até o 13º dia o tratamento R mostrou ser o mais eficiente, mostrando um aumento dos compostos responsáveis pela atividade antioxidante do fruto. Porém, no final da avaliação, o potencial de ambos os tratamentos decaíram e seus valores foram praticamente iguais.

Os valores encontrados foram superiores ao estudado por Neves et al (2015), com valores de 81,6 a 31,5  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ . Este aumento da atividade antioxidante pode ser explicado pela influência da presença do conteúdo de ácido ascórbico presente no fruto.

**Figura 7** – Atividade antioxidante total pelo método do sequestro do radical DPPH• ( $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ ) em cajá em função do tempo de armazenamento



<sup>a-d</sup> Letras diferentes apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

*a-d* refere-se ao tratamento revestimento.

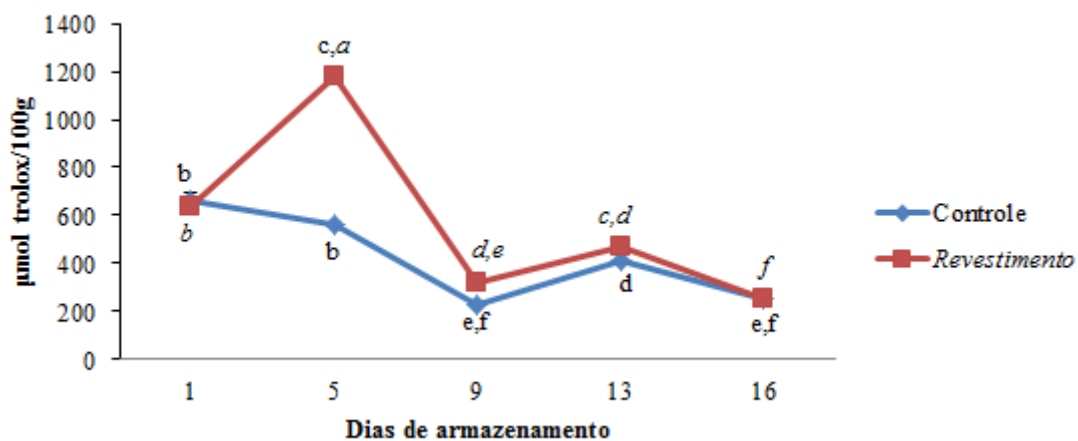
**Fonte:** Próprio autor.

### 5.11 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO PODER REDUTOR DO FERRO (FRAP)

Em termos de FRAP, o tratamento R utilizado até o 5º dia mostrou-se como efetivo preservando as substâncias responsáveis pela capacidade antioxidante do fruto (Figura 8), e durante o período de armazenamento restante houve um decréscimo, porém ainda assim manteve-se mais eficaz que o tratamento C.

Podemos observar que o tratamento R apresentou maior capacidade antioxidante FRAP no fruto de cajá, onde o teor variou de 250,1 a 1182,2  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ , o que mostra que o uso de revestimento mantém a atividade antioxidante do fruto, essa elevação pode ser motivada pela presença de outros compostos como os carotenoides.

**Figura 8** – Atividade antioxidante total pelo poder redutor do ferro ( $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ ) em cajá em função do tempo de armazenamento



<sup>a-e</sup> Letras diferentes apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey.

*a-e* refere-se ao tratamento revestimento.

**Fonte:** Próprio autor.

## 6 CONCLUSÃO

As características físicas do fruto de cajá, perda de massa e firmeza, demonstraram elevada perda ao longo do armazenamento, mostrando que a aplicação de revestimento não foi efetiva para esse parâmetro.

A avaliação dos parâmetros físico-químicos mostrou elevação no conteúdo de sólidos solúveis em ambos os tratamentos, para pH e açúcares redutores os valores oscilaram entre aumento e redução, já a acidez titulável apresentou um aumento ao longo dos dias.

Pode-se concluir a partir dos resultados obtidos que a utilização de revestimento a base de goma arábica em cajá com auxílio de temperatura a 12°C ajudou na preservação do conteúdo de compostos fenólicos e das substâncias responsáveis pela atividade antioxidante.

Trabalhos futuros são importantes, sugiro que possam utilizar outras concentrações de goma arábica para avaliar o efeito do revestimento na qualidade pós-colheita dos frutos de cajá, de modo que seja realizada uma padronização no estágio de maturação do fruto.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: cobertura comestíveis protetoras em frutas fundamentos e aplicações. **Braz. J. Food Technol.** Campinas, SP. v.17, n.2, p.87-97, abr.-jun. 2014.

ALI, A. *et al*, Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. **Posth. bio. And tecno.** v.76, p.119-124. 2013.

ALI, A. Influence of gum arabic coating enriched with calcium chloride on physiological, biomechemical and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit stored under low temperature stress. **Posth. bio. And tecno.** v.111, p.362-369. 2016.

AOAC. Official Methods of Analysis. In W. Horwitz (Ed) (18<sup>th</sup> ed.). Gaithersburg, MD, USA: **Association of official Analytical Chemists**, Inc., 2005.

BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70–76, 1996.

CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M.; FREIRE, J. L. O.; PEREIRA, W. E.; COSTA, A. P. M.; CAVALCANTI, I. H. L. Componentes qualitativos do cajá em sete municípios do brejo paraibano. **Acta Scien. Agrono.** Maringá, PR. v. 31, n. 4, p. 627-632. 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. rev. Lavras: UFLA, 2005.

CASTRICINI, A.; SANTOS, L. O.; DELIZA, R.; RODRIGUES, M. G. V. Caracterização Pós-colheita e sensorial de genótipos de bananeiras tipo prata. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal, SP. v.37, n.1, jan-mar. 2015.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FAD. **Generally recognized as safe (GRAS)**. Silver Spring. 2015. Disponível em:  
<<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/>>. Acesso em: abr 2016.

FOOD INGREDIENTS. Dossiê gomas. **Rev. Fi.** n.32, .2015.

GRIGIO, M. L.; CHAGAS, E. A.; DURINGAN, M. F.; SOUSA, A. A.; NASCIMENTO, C. R.; NEVES, L. C. Determinação do ponto de colheita de Taperebá (*Spondias mombin* L). In: **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Bento Gonçalves, RS. 2012.

IBRAF (Instituto Brasileiro de Frutas). **Estatísticas**. 2014. Disponível em: <[www.ibraf.org.br/estatisticas/estfrutas.asp](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/estfrutas.asp)>. Acesso em: abril 2016.

JORGE, P. C. S. **Avaliação de maçã ‘Royal Gala’ revestida com filme de quitosana durante o período de pós-colheita**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

JUNIOR, E. B.; MONARIM, M. M. S.; CAMARGO, M.; MAHL, C. R. A.; SIMÕES, M. R.; SILVA, C. F. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*Carica papaya* L) minimamente processado. **Rev. Varia. Scien. Agrar**. Cascavel, PR. v.1, n.1, p.131-142. 2010.

KIM, D-O; LEE, K.W., LEE H.J., LEE, C.Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. **J Agric Food Chem**. 2002

KHALIQ, G.; MOHAMED, M.T.M; GHAZALI, H. M.; DING, P.; ALI, A. Influence of gum arabic coating enriched with calcium chloride on physiological, biochemical and quality responses of mango (*Mangifera indica* L) fruit stored under low temperature stress. **Postharvest Biology and Technology**. v.111, n. p.362-369. 2016

MALDONATO-ASTUDILLO, Y. I. *et al*, Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scien. Hort**. v.174. p.193-206. 2014.

MATA, M. E. R. C.; DUARTE, M. E. M.; ZANINI, H. L. H. T. Calor específico e densidade da polpa de cajá (*Spondia lutea* L) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.25, n. 2. p.488-498. mai-ago. 2005.

MAQBOOL, M.; ALI, A.; ALDERSON, P. G.; MOHAMED, M. T. M.; SIDDIQUI, Y.; ZAHID, N. Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. **Posth. bio. And tecno**. v.62, p.71-76, 2011.

MINOLTA. Precise color communication: color control Feeling to instrumentation. Osaka: MINOLTA Co. Ltda, 1994. 49 p.

MOREIRA, A. C. C. G. *et al* Fitoquímicos bioativos em frutos de genótipos de cajá-umbuzeiras. *Alim. Nutr. Araraquara*. v.23, n.2. p.235-241. 2012.

NEVES, L. C. TOSIN, J.M.; BENEDETTE, R.M.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**. v.174, p. 188-196, 2015.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. da C. **Tecnologias e processamento de frutos e hortaliças**. Natal: IFRN, 2015.

OLIVEIRA, T. A. **Desenvolvimento de filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais e sua aplicação na conservação de mamão**. 2014. Dissertação: mestre em agronomia. Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró, RN. 2014.

OSHIRO, A. M. **Conservação pós-colheita de goiabas Pedro Sato em atmosfera modificada associada ou não à refrigeração**. 2008. Dissertação: mestre produção vegetal. Dourados, MS, 2008.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Revista Ciência agrotec.**, Lavras, v.30, n.6. p. 1116-1119, nov.-dez. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cagro/v30n6/a11v30n6.pdf>>. Acesso em: mai. 2016.

PEGO, J. N.; AMBROSIO, M.; NASCIMENTO, D. S.; FACHI, R.; KRAUSE, W. Conservação pós-colheita de mamão *surise* solo com revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Enci. Biosfera**. Goiana. v.11, n.21, p.628. 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/conservacao%20pos%20colheita.pdf>>. Acesso em: mai.2016

PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W. R.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; BORGES, C. D. Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs ‘Royal Gala’ minimamente processadas. **Revista Semina Ciencias Agrárias**. Londrina, PR. v.34, n.1, p. 235-264, jan-fev. 2013.

REZENDE, L. C. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia**. 2010. Tese: Doutorado em química, área, Química Orgânica. Universidade da Bahia. Salvador, 2010.



RODRIGUES, H. N. B.; SOUZA, P. A.; COELHO, E. L.; SOUZA, F. X.; FREITAS, R. V. S. Qualidade de frutos de cajazeira em diferentes estádios de maturação provenientes de clones cultivados no Ceará, CE. **Revis. Caatinga**. Mossoró, RN, v. 25, n. 3, p. 38-43, jul-set., 2012.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R.E.; BRITO, E. S.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 non-traditional tropical fruit from Brasil. **Food Chemistry**. v. 121. n.4 p.996-1002. 2010.

SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. p. 85-89. 2009.

SANTANA, F. F. **Caracterização de genótipos de cajazeiras**. 2010. Tese: Doutorado em Agronomia. Faculdade de ciências agrárias e veterinárias. Jaboticabal, SP. 2010.

SAMPAIO, S. A. de. Transformações durante o amadurecimento pós-colheita de frutos de cajazeira (*Spondias mombin* L), ciriguela (*Spondias purpurea* L) e mangabeira (*Hancornia speciosa* G). 2002. Dissertação: Mestrado. UFPB, 2002.

SERPA, M. F. P.; CASTRICINE, A.; MITSOBUIZI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. **Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela**. Revista Ceres, Viçosa, v. 61, n.6, p. 975-982, nov-dez, 2014.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**. California. v.16, p.144-158, jan. 1965.

SIQUEIRA, A. P. de O., **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo**. 2012. Dissertação: Mestre em produção vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ. 2012.

SILVA, S. M.; ALVES, R. E. Desenvolvimento e fisiologia da maturação de frutos do gênero *Spondias*. In: *Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins*. Recife: IPA-UFRPE, 2008.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.3, p. 669-682, 2010.

SILVA, J. S.; FINGER, F. L.; CORREA, P. C. **Secagem e armazenagem de produtos hortícolas**. Armazenamento de frutas e hortaliças. Viçosa: Aprenda Fácil. 2008

SLINKARD, K.; SINGLETON, V.L. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. **Americaam Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, p. 49-55, 1977.

SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; CARNEIRO, J. G. M.; NASCIMENTO, F. N.; SILVA, I. C. V.; COSTA, J. C. L. Caracterização física e química de frutos de cajazeiras. **Ver. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, SP., v.28, n.3, p. 518-519, dez. 2006.

SOUZA, M. L.; MORGADO, C. M. A.; MARQUES, K. M.; MATTIUZ, C. F. M.; MATTIUZ, B. H. Pós-colheita de mangas Tommy Atkins recobertas com quitosa. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal, SP. v.33, n.1, out. 2011

TOSATI, J. V. **Determinação da taxa de respiração de tomate cereja e da permeabilidade à gás de filme comestível a base de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC)**. 2013.  
Dissertação: mestre em engenharia de alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, SC. 2013.

TURHAN, K. N. Is edible coating an alternative to MAP for fresh and minimally processed fruits? **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 876, n. 1, p. 299-305, 2010.